

Essai sur l'Attraction Magnétique de divers échantillons métalliques provenant d'Usines du Bassin de Briey

THÈSE

Présentée et soutenue publiquement, le Samedi 17 Février 1912

POUR OBTENIR LE GRADE DE
DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

BARDOZ (XAVIER-AIMÉ)

NÉ LE 31 JUILLET 1881, AU VAL-D'AJOL (Vosges)

EXAMINATEURS DE LA THÈSE :	ROHMER, Professeur . . .	} <i>Président.</i> <i>Juges.</i>
	HERRGOTT, Professeur . .	
	SENCERT, Agrégé	
	LUCIEN, Agrégé	

Le Candidat répondra aux questions qui lui seront faites sur les diverses parties de l'enseignement médical.

NANCY

IMPRIMERIE ADMINISTRATIVE L. BERTRAND, RUE SAINT GEORGES, 51

1912

Essai sur l'Attraction Magnétique de divers échantillons métalliques provenant d'Usines du Bassin de Brier

THÈSE

Présentée et soutenue publiquement, le Samedi 17 Février 1912

POUR OBTENIR LE GRADE DE

DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

BARDOZ (XAVIER-AIMÉ)

NÉ LE 31 JUILLET 1881, AU VAL-D'AJOL (VOSGES)

ACAD. MED. NAT. BIBL.

EXAMINATEURS DE LA THÈSE :	{	ROHMER, Professeur . . .	Président.
		HERRGOTT, Professeur . . .	Juges.
		SENCERT, Agrégé . . .	
		LUCIEN, Agrégé . . .	

Le Candidat répondra aux questions qui lui seront faites sur les diverses parties de l'enseignement médical.

NANCY

IMPRIMERIE ADMINISTRATIVE L. BERTRAND, RUE SAINT-GEORGES, 51

1912

FACULTÉ DE MÉDECINE DE L'UNIVERSITÉ DE NANCY

Doyen : M. GROSS, O *, I O.

Assesseur : M. WEISS, *, I O.

Professeurs honoraires : MM. BEAUNIS, *, I O ; NICOLAS, I O ; PRENANT, *, I O
BERNHEIM, O *, I O.

Professeurs

Clinique chirurgicale.....	M. GROSS, O *, I O.
Physique médicale.....	M. CHARPENTIER, *, I O
Médecine opératoire.....	M. CHÉTIEN, I O.
Clinique chirurgicale.....	M. WEISS, *, I O.
Chimie médicale et Toxicologie.....	M. GARNIER, I O.
Clinique médicale.....	M. SPILLMANN, I O.
Clinique obstétricale et Accouchements.	M. A. HERRGOTT, *, O.
Hygiène.....	M. MACÉ, I O.
Clinique médicale.....	M. SCHMITT, I O.
Physiologie.....	M. MEYER, *, I O.
Pathologie générale et Pathologie interne	M. SIMON, I O.
Histoire naturelle médicale.....	M. VUILLEMIN, I O.
Clinique ophtalmologique.....	M. ROHNER, I O.
Médecine légale.....	M. PARISOT, I O.
Clinique des maladies des enfants.....	M. HAUSHALTER, I O.
Histologie.....	M. BOUIN, I O.
Anatomie descriptive.....	M. ANCEL, A O.
Anatomie pathologique.....	M. HOCHÉ, I O.

Professeurs adjoints

Clinique d'électrothérapie (1).....	M. GUILLOZ, *, I O.
Pathologie externe.....	M. VAUTRIN, I O.

Chargés de Cours complémentaires

Clinique des maladies des vieillards...	M. ÉTIENNE, I O, agrégé libre.
Clinique des maladies syphilit. et cutanées.	M. L. SPILLMANN, A O, agrégé libre.
Accouchements.....	M. SCHUHL, I O, agrégé libre.
Cliniq. de chir. infantile et orthop. (1).	M. FRÖLICH, I O id.
Clinique d'oto-rhino-laryngologie (1) ..	M. JACQUES, I O id.
Clinique des voies urinaires (1).....	M. ANDRÉ, I O, id.
Clinique des maladies mentales.....	M. PARIS, I O.
Médecine opératoire.....	M. MICHEL, I O, agrégé libre.
Thérapeutique et Matière médicale....	M. ZILGIEN, I O, ag. lib., ch. du cours.

Agrégés en exercice

MM. GUILLOZ, *, I O.	MM. COLLIN, A O.	MM. BUSQUET.
LAMBERT, I O.	DUFOUR, A O.	LUCIEN, A O.
RICON, A O.	SENCERT, A O.	BINET.
G. GROSS, A O.	ROBERT, A O.	PERRIN, A O.
FRUHINSHOLZ, A O.		

Agrégés libres

MM. REMY, A O, FÉVRIER, O *, I O, ÉTIENNE, I O, ZILGIEN, I O, FRÖLICH, I O,
SCHUHL, I O, JACQUES, I O, ANDRÉ, I O, MICHEL, I O, L. SPILLMANN, I O.

M. F. LAMBERT DES CILLEULS, *, O, I O, Secrétaire.

(1) Fondation de l'Université.

L'Université a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend ni les approuver, ni les imputer.

Il y a quelques semaines, au moment de terminer ces pages, j'ai eu la douleur de perdre ma Mère; déjà, au début de mes études médicales, j'avais perdu mon Père.

Le souvenir de ces deux êtres tendrement aimés restera toujours vivant en moi, et c'est à leur chère mémoire que je dédie ce modeste travail.

J'unis à eux, dans le même hommage filial, mon Grand-Père tant regretté, dont je n'oublierai jamais l'affection et le dévouement.

Mes Frères et Sœurs et tous les miens ne m'ont jamais ménagé les marques de leur attachement et de leur affectueux dévouement. C'est un devoir bien doux pour moi de les en remercier et de les assurer de ma profonde gratitude.

M. LE PROFESSEUR ROHMER,
Professeur de Clinique Ophtalmologique

a bien voulu m'indiquer le sujet de cette thèse et en accepter la présidence; c'est un honneur dont j'apprécie tout le prix.

Je n'aurai garde d'oublier les conseils si précieux que ce Maître éminent prodigue avec une inlassable patience, au cours des savantes leçons cliniques qui tiennent ses auditeurs sous le charme.

Durant le cours de mes études, j'ai trouvé en lui une grande bonté, alliée à une profonde bienveillance, et certes, les services qu'il m'a rendus sont au-dessus des remerciements que je puis lui adresser ici; je le prie respectueusement de voir en ces quelques lignes l'expression de ma vive et sincère reconnaissance.

INTRODUCTION

Dans un savant article publié par la *Revue générale d'Ophthalmologie* (octobre 1910), sous la signature de M. le professeur Rollet, de Lyon, nous trouvons ces lignes :

« Si l'on ouvre un traité de physique étudiant le magnétisme, on ne trouve aucune expérience intéressant l'ophthalmologiste et pouvant le guider dans l'extraction des corps étrangers magnétiques intra-oculaires à l'aide de l'électro-aimant.

« D'autre part, si l'on lit dans les traités ou périodiques d'oculistique les nombreux cas d'opérations heureuses et un parallèle entre petits et gros aimants, il n'est pas indiqué pourquoi un éclat métallique est parfois resté inclus dans l'œil, à la suite de tentatives infructueuses, et pourquoi l'aimant a failli. »

M. le professeur ROHMER ayant eu souvent l'occasion, dans notre industrielle région de l'Est, d'extraire des corps étrangers métalliques intra-oculaires, nous engagea à porter notre attention sur ce point et à en faire le sujet de notre thèse inaugurale.

Nous nous sommes livré, sous sa haute et savante direction, à un certain nombre d'expériences et nous avons étudié les variations qui peuvent se produire dans l'attraction d'un corps métallique, suivant sa composition et suivant les milieux dans lesquels il se trouve.

Mais avant d'aborder notre sujet, nous tenons à remercier nos Maîtres de leur bienveillance et de leur sollicitude à notre égard.

Dans une récente et pénible circonstance, M. le professeur agrégé SENCERT nous a prodigué les marques les plus délicates de son dévouement. Nous sommes heureux de lui adresser ici le témoignage de notre plus vive reconnaissance.

Nous garderons particulièrement un précieux souvenir des savantes leçons professées à l'Ecole de Médecine de Besançon par notre premier Maître, M. le professeur MANDEREAU, professeur d'anatomie.

Nous devons à M. le professeur HERRGOTT, professeur de clinique obstétricale et d'accouchements, nombre de conseils précieux pour la pratique de cet art si difficile. Nous lui en exprimons ici toute notre reconnaissance.

M. le professeur HERRGOTT, MM. les professeurs agrégés SENCERT et LUCIEN ont bien voulu accepter de faire partie de notre jury de thèse; nous les en remercions bien vivement.

M. le professeur GUNTZ, directeur de l'Institut chimique, a droit également à notre plus sincère reconnaissance pour l'amabilité avec laquelle il nous a accueilli dans son laboratoire de recherches.

Nous n'aurons garde d'oublier MM. les Directeurs des usines de Senelle-Maubeuge, à Longwy; des usines de

Wendel, à Jœuf, et des Aciéries de Longwy, à Mont-Saint-Martin, pour leur aimable obligeance à nous envoyer les échantillons nécessaires à nos expériences.

Durant notre séjour à Nancy, nous avons trouvé en M^e G. GROSJEAN, docteur en droit, avocat à la Cour d'appel de Nancy, un ami précieux, auquel nous voulons adresser ici un souvenir particulièrement affectueux. C'est avec une émotion reconnaissante que nous nous rappelons les nombreuses marques reçues de son délicat attachement. Il fut pour nous l'un de ces amis dont nous eussions voulu « remplir la maison de Socrate » ; nous tenons à honneur de lui en exprimer toute notre gratitude, espérant bien lui prouver qu'il est encore des amitiés victorieuses du temps et de l'absence.

DIVISION DE CE TRAVAIL

Dans un premier chapitre, nous résumerons les notions générales caractéristiques de l'électro-aimant de Volkman, qui nous a servi pour nos recherches, et nous exposerons le dispositif adopté pour nos expériences.

Un second chapitre sera consacré à l'étude succincte des liquides employés.

Nous présenterons, dans un troisième chapitre, les échantillons métalliques employés, dont nous donnerons l'analyse.

Un certain nombre de tableaux contiendront, pour chaque expérience, les résultats obtenus avec chacun des corps métalliques étudiés.

Dans un dernier chapitre, nous examinerons ces résultats et nous dirons les conclusions qu'ils nous inspirent, concernant leur application à la clinique.

Description de l'électro-aimant de Volkmann

Dispositif employé pour l'expérimentation

L'électro-aimant qui a servi pour nos recherches est l'électro-aimant de Volkmann, employé à la clinique ophthalmologique de M. le professeur Rohmer. Nous avons pensé qu'il serait utile d'en exposer ici les principales caractéristiques. Nous indiquerons, dans une deuxième partie, le dispositif adopté pour nos expériences.

ELECTRO-AIMANT DE VOLKMANN

L'électro-aimant de Volkmann, cylindrique dans la plus grande partie de sa longueur, a un noyau de fer doux qui s'élargit un peu en tronc de cône vers son extrémité d'attraction. De même, vers cette extrémité, le tiers inférieur environ, l'enveloppement est plus considérable.

Cette disposition, jointe à l'emploi du fil le plus petit possible pour l'intensité du courant, permet de rendre l'électro-aimant plus léger, plus maniable.

L'électro-aimant a une longueur de un mètre; il pèse 25 kilogs. Son noyau de fer doux a un diamètre de 5 cen-

timètres à la partie supérieure; au tiers inférieur, il s'élargit de façon à présenter, à l'extrémité d'attraction, un diamètre de 10 centimètres. L'électro-aimant emploie un courant de 2 ampères et 220 volts.

Protégé par une solide enveloppe en cuir, il est enchâssé au milieu de sa longueur dans un anneau métallique portant deux pivots.

Une suspension métallique, due au professeur Haas, de Rotterdam, est fixée au mur; l'électro-aimant y repose sur ses deux pivots. Le dispositif adopté permet de placer l'aimant dans une position verticale ou horizontale; un contre-poids sert à l'élever ou à l'abaisser à volonté.

A l'extrémité d'attraction peuvent se fixer des pôles de différentes formes. Celui que nous avons adopté pour nos expériences est un pôle conique de 90° à la pointe arrondie.

DISPOSITIF ADOPTÉ POUR LES EXPÉRIENCES

Possédant un certain nombre d'échantillons de métaux employés couramment aujourd'hui dans l'industrie, et dont nous étudierons la composition dans un chapitre suivant, nous avons recherché la façon dont ces métaux se comportent en différents milieux vis-à-vis de l'aimant. A cet effet, nous avons employé le dispositif suivant :

Un cristalliseur, gradué par nous en millimètres, fut placé directement sous l'électro-aimant; dans ce cristalliseur furent placés successivement les vingt échantillons métalliques que nous possédions; le courant établi dans

l'électro-aimant, nous n'avions plus alors qu'à rapprocher ou éloigner l'électro-aimant et à mesurer ensuite la distance à laquelle ces différents corps étaient mobilisés ou attirés.

Ces expériences furent successivement faites d'abord dans l'air libre, à sec; puis dans le sérum artificiel; ensuite dans le sérum gélatiné à 1 pour 100, ensuite dans l'huile d'olives pure.

Ayant remarqué, lors d'une première expérience, que les mêmes corps métalliques, selon qu'ils étaient placés au milieu du cristalliseur ou en contact avec la paroi, subissaient une différence dans la distance d'attraction par l'aimant, nous avons poursuivi l'étude de cette particularité durant tout le cours de nos expériences, et nous en donnons les résultats dans les tableaux où sont consignées nos observations. Nous dirons plus loin les réflexions que nous ont suggérées ce fait curieux et les conclusions que nous croyons pouvoir en tirer.

Etude des différents liquides employés pour les expériences

Sérum artificiel.

Ce nom a été donné aux solutions salines injectables, destinées à remplacer une perte de sang, ou à provoquer une sorte de lavage de l'économie. Ce liquide est constitué par une solution de chlorure de sodium. Nous avons employé, pour nos recherches, le sérum artificiel dit de Hayem, dont la formule est la suivante :

Chlorure de sodium	5 grammes
Sulfate de soude	10 grammes
Eau distillée	1 litre

Sérum gélatiné.

Le sérum gélatiné est employé en injections hypodermiques tièdes dans le cas d'hémorragies; on en a aussi proposé l'emploi dans le traitement des anévrismes (LANCEREAUX).

Il se compose de :

Gélatine blanche	1 gramme
Chlorure de sodium	1 gramme
Eau distillée	100 grammes

Huile.

L'huile d'olives pure ou huile vierge extraite de l'olive par expression à froid, est une huile grasse, fixe, de couleur jaune verdâtre, d'odeur et de saveur agréables; elle est employée pour la préparation des huiles médicinales et d'un grand nombre d'onguents et d'emplâtres; elle est laxative et s'administre souvent en lavement; on l'emploie aussi en embrocations.

Etude analytique des échantillons métalliques employés pour les Expériences

En ophtalmologie, on parle de corps magnétiques (fer, acier) et non magnétiques (plomb, cuivre). Pernet dit : « L'aimant a la propriété d'attirer le fer et quelques autres métaux, comme le nickel, le cobalt, le chrome. » Mais, si les qualités magnétiques varient beaucoup avec la composition du métal, divers ouvrages que nous avons consultés ne donnent aucun renseignement précis sur la question. Or, nous devons aux progrès incessants et considérables de l'industrie métallurgique une série d'alliages dont l'étude dépasse en importance celle des corps simples de la chimie minérale, alliages recherchés pour diverses propriétés : dureté, fusibilité, malléabilité, résistance à l'action de l'air.

Ce sont ces métaux employés couramment aujourd'hui qui nous ont servi pour nos expériences. Parmi eux, beaucoup de fragments métalliques qui peuvent pénétrer dans l'œil, lors du travail industriel, ne sont pas magnétiques, et l'on comprendra que nous ayons pu expérimenter, sous l'électro-aimant, le cuivre et ses alliages (laiton, bronze, maillechort), sans leur communiquer aucun mouvement.

Tableau analytique des échantillons métalliques

N ^{os}	DÉSIGNATION	C	Mn	P	S	Si	Fe O	Fe ₂ O ₃
1	Fonte Thomas, blanche.	3,3 — 3,6	1 — 1,5	1,8 — 2	0,05 — 0,15	0,4 — 0,4		
2	Fonte Thomas, grise....	3,5 — 4	1,3 — 2	1,8 — 2,1	0,02 — 0,07	0,3 — 1		
3	Fonte Spiegel 10-12 %/...	4 — 5	10 — 12	0,05 — 0,2	Traces	0,2 — 1		
4	Ferro-manganèse 80 %/...	5 — 6,5	78 — 82	0,07 — 0,4	Traces	0,3 — 1,2		
5	Ferro-silicium 10 %/...	1,4 — 1,8	1 — 2,5	0,1 — 0,3	0,02 — 2,06	9 — 12		
6	Ferro-silicium 50 %/...	0,07 — 0,1	0,07 — 0,12	Traces	Traces	47 — 52		
7	Acier doux.....	0,06 — 0,1	0,2 — 0,05	0,03 — 0,1	0,02 — 0,08	0		
8	Acier dur.....	0,35 — 0,45	0,8 — 1,1	0,05 — 0,12	0,03 — 0,07	0 — 0,1		
9	Fer fondu, non désoxydé.	0,04 — 0,07	0,03 — 0,1	0,03 — 0,1	0,02 — 0,08	0		
10	Fonte de moulage.....	3 — 4	0,4 — 1	0,05 — 2,1	0 — 0,15	2 — 3,8		
11	Fonte.....	3,75	2,30	1,80	0,02	1,10		
12	Fonte.....	3,50	1,50	1,80	0,06	0,50		
13	Fonte.....	3,50	1,90	1,75	0,55	0,80		
14	Acier.....	0,40	0,15	0,05	0,025	0		
15	Acier.....	0,08	0,58	0,12	0,03	0		
16	Acier.....	0,45	1,23	0,06	0,025	0		
17	Acier.....	0,30	0,67	0,06	0,03	0		
18	Déchets de laminoirs. ...	0	0	0	0	0	53	40
19	Acier cylindre.....	0,38	1,000	0,06	0,037	0,112	0	0
20	Crassier de lingots.....	0	0,38	0,04	0	0	43,14	9,08

+ Cu = 0 — 0,

+ Al = 0,05 — 0,1
Cu = 0 — 0,07

+ un peu
d'oxygène

Insolubles =
47,70 (sable)

Nota. — Le reste en Fe.

Notre étude s'est bornée aux métaux dits magnétiques. Ce sont le fer et ses alliages. On sait qu'il existe deux sortes d'alliages : ceux de fer et de carbone (aciers et fontes) et les alliages ferro-métalliques (les ferros).

Nous possédons vingt échantillons de ces alliages. Grâce à la bienveillante obligeance de M. le professeur Guntz, directeur de l'Institut chimique, qui a bien voulu nous ouvrir ses laboratoires, nous avons réduit ces différents échantillons au poids de 1 gramme.

Sachant combien la forme d'un corps magnétique influe sur son attraction, nous avons cherché à leur donner à tous une forme absolument semblable, de parallélipèdes. Comme on le verra sur la planche où nous les avons dessinés, nous n'avons pu l'obtenir que d'un certain nombre. La friabilité des autres et, d'autre part, le volume extrêmement réduit des échantillons mis à notre disposition, ne nous ont pas permis une identification parfaite. Si nous devons le regretter pour la rigoureuse exactitude des conclusions à tirer de ce travail, cela nous a du moins permis de faire quelques remarques curieuses et très démonstratives qui trouveront leur application pratique dans la chirurgie des corps étrangers intra-oculaires.

Nous présentons, dans un premier tableau, la nomenclature des métaux employés. Ce sont tous des métaux utilisés communément dans le commerce et l'industrie. Le fer constitue des essieux; l'acier doux, des arbres; l'acier dur, des burins; la fonte, les pièces moulées; les ferros, intermédiaires entre le fer et les aciers spéciaux, employés comme des fontes dans la fabrication de l'acier, sont cassés à la masse par des ouvriers, et ils entrent

pour une part relativement grande dans le nombre des paillettes métalliques projetées dans l'œil.

On remarquera que certains d'entre eux comprennent, dans leur composition, d'autres corps que des métaux, des métalloïdes, le silicium, par exemple. Cette composition est pour nous intéresser vivement, car elle viendra souvent modifier sérieusement les qualités magnétiques d'un acier.



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10



11



12



13



14



15



16



17



18



19



20

CORPS MAGNÉTIQUES SOUMIS AUX EXPÉRIENCES

Résultats des Expériences

Nous commencerons l'exposé de nos résultats par le tableau n° 1, indiquant les distances auxquelles ont été influencés les corps métalliques soumis à l'attraction de l'aimant, *à l'air libre*.

Nous continuerons successivement par les tableaux indiquant les distances d'attraction d'abord dans le sérum artificiel ordinaire, puis dans le sérum gélatiné, ensuite dans l'huile.

Pour les expériences faites dans les différents liquides, nous avons pensé qu'une couche plus ou moins épaisse de liquide pouvait faire varier les distances d'attraction. Nous avons donc expérimenté d'abord sous 5 millimètres de liquide, puis sous 20 millimètres. Nous avons eu, en effet, comme nous le montrerons par la suite, l'occasion de constater des différences notables et d'une régularité à peu près constante.

RÉSULTATS OBTENUS A L'AIR LIBRE

Nos échantillons métalliques, soumis à l'action de l'aimant, se comportent de façon très variable.

I. — Résultats obtenus à l'air libre

N ^{os}	DÉSIGNATION	AU MILIEU	TOUCHANT LA PAROI
1	Fonte Thomas, blanche	9	7
2	Fonte Thomas, grise	13	11,5
3	Fonte Spiegel 10-12 %	6	6
4	Ferro-manganèse 80 %		
5	Ferro-silicium 10 %	8,5	8
6	Ferro-silicium 50 %		
7	Acier doux	11	6,5
8	Acier dur	11	8
9	Fer fondu non désoxydé	9	8
10	Fonte de moulage	14	12
11	Fonte	15	14
12	Fonte	11,5	11
13	Fonte	12,5	11,5
14	Acier	13,5	9
15	Acier	15	13,5
16	Acier	9	10
17	Acier	11,5	11
18	Déchets de laminoirs	10	8,5
19	Acier cylindre	11,5	14,2
20	Crassier de lingots	8,5	8

NOTA. — Les distances d'attraction sont indiquées en centimètres.

Ce qui nous frappe tout d'abord, et cette constatation est d'une très grande importance, c'est l'influence absolument nulle de l'aimant sur les n^{os} 4 (ferro-manganèse à 80 %) et 6 (ferro-silicium à 50 %). Voilà donc deux ferros très courants, employés fréquemment dans l'industrie, pouvant, par conséquent, au cours du travail, amener une assez grande quantité d'accidents par corps étrangers magnétiques; or, ces deux ferros, considérés comme magnétiques, ne le sont pas; le sidéroscope ne donnera, dans un pareil accident, aucun déplacement de l'aiguille indiquant la présence d'un corps étranger métallique dans l'œil, et l'électro-aimant sera complètement impuissant à l'extraire.

Cette remarque importante signalée d'abord, nous placerons ici un certain nombre d'observations sur la manière dont se comportent nos échantillons vis-à-vis de l'aimant. Ces observations sont relatives aux effets de l'aimantation suivant la forme des corps métalliques. Faites lors de cette première expérience, elles trouvent naturellement leur place ici, et l'on conçoit facilement que les mouvements subis par les corps métalliques, lors de cette première recherche, se soient reproduits chaque fois que, par la suite, nous les soumettions à l'action de l'aimant.

Dès que le fragment métallique placé dans le cristallin subit l'action magnétique, on le voit animé de mouvements de translation et d'oscillation. Il se redresse suivant son plus grand axe dans la direction de la force magnétique. Un cube, un parallélépipède s'inclinent sur une de leurs pointes : c'est le cas des n^{os} 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 14, 16. Les autres corps, plus irréguliers, se dressent suivant leur plus grande longueur.

Et c'est ici un point de pratique à ne pas oublier dans l'extraction d'un corps étranger intra-oculaire; on devra agir suivant son grand axe.

Nous remarquons ensuite que les numéros attirés aux plus grandes distances sont les n^{os} 10, 11, 12, 13, 14, 15, 19. Ce sont tous des aciers ou des fontes ordinaires. Nous attribuons pour une grande part cette influence plus puissante à la forme irrégulière, anfractueuse, de ces corps métalliques qui présentent plus d'aspérités, plus de pointes. On sait, en effet, qu'une aiguille, par exemple, est attirée par l'aimant de beaucoup plus loin qu'un cube du même poids. Ce qui nous permet de penser que l'attraction à une plus grande distance est surtout imputable à la forme du corps métallique, c'est encore la constatation suivante : les n^{os} 7 et 8, si nous nous en rapportons à la table analytique, ont une composition on peut dire identique à celle des n^{os} 14 et 15. Mais ceux-ci sont plus irréguliers, présentent des angles beaucoup plus aigus que les premiers; et, à l'attraction, ils subissent l'influence magnétique à des distances respectives de 13 cm. 5 et de 15 cm., tandis que les n^{os} 7 et 8, parallélipèdes réguliers, sont attirés à 11 cm. seulement. Il en est de même pour les n^{os} 2 et 12.

Nous mettrons immédiatement à part le n^o 20 (crassier de lingots) qui, par sa forte proportion de sable, sa faible teneur en fer, est le moins influencé de tous les corps métalliques trouvés magnétiques à la suite de nos expériences.

On remarquera qu'il se produit, ainsi que nous l'avons signalé, une différence dans l'attraction touchant sa distance, suivant que le fragment métallique est placé au

milieu du cristalliseur ou en contact avec la paroi. Sans être une règle générale, nous pouvons dire que, dans la majorité des cas, cette différence est une diminution de la distance dans le second cas. Il nous semble que ce fait peut s'expliquer par les deux raisons suivantes : d'abord, le seul contact avec la paroi offre une résistance à la mobilisation du fragment métallique, et cette résistance, si légère soit-elle, est déjà une cause qui nous oblige à rapprocher l'aimant. Ensuite, le corps métallique étant ainsi placé et le cristalliseur disposé de manière à ce que le fragment en expérience se trouve exactement dans le prolongement du grand axe de l'aimant, il s'ensuit qu'une bonne partie de la force attractive dispersée par le pôle conique suivant des lignes de force régulièrement divergentes, se trouve séparée du fragment métallique par la paroi de verre, et de ce fait inutilisée.

Cette diminution de la distance d'attraction est en moyenne de 5 à 10 millimètres; elle est à peu près régulière, quelle que soit la nature du fragment employé; ce qui montre bien que l'on doit l'attribuer à des causes étrangères à la constitution du corps métallique. Ces causes ne variant point, la régularité dans la diminution de la distance d'attraction s'explique d'elle-même.

Si nous cherchons pourquoi il existe des différences dans la perméabilité magnétique, nous voyons, en nous rapportant au tableau général des analyses, que cela tient à la somme des teneurs de divers éléments autres que le fer; plus elle est élevée, moins le fragment métallique est influencé par l'aimant.

D'après la classification de Gavarret, plusieurs corps, comme le chrome, le manganèse, seraient magnétiques,

Mais M. le professeur Rollet a démontré qu'ils n'étaient nullement influencés par l'aimant : ni attraction, ni adhérence. C'est la teneur en fer qui augmente le magnétisme d'un alliage.

Ainsi, nous avons parmi nos échantillons deux fragments de ferro-silicium; l'un à 10 % de silice, l'autre à 50 %. Le premier est influencé par l'aimant, quoiqu'à une distance déjà faible; le second, trop pauvre en fer, n'est plus influencé. Il en est de même du ferro-manganèse à 80 %. Le n° 20 (crassier de lingots), bien que contenant 47,50 % d'insolubles (sable) absolument rebelles à l'aimant, a encore une teneur en fer suffisante pour subir l'action magnétique; mais cette action est faible, et au cours de nos expériences, lorsque ce fragment sera placé dans des liquides opposant une certaine résistance, elle diminuera fortement.

RÉSULTATS OBTENUS DANS LE SÉRUM ARTIFICIEL

Nous expérimentons tout d'abord sous 5 millimètres de liquide. En comparant ces résultats à ceux du tableau précédent, nous remarquons que le changement dans les distances d'attraction n'est pas bien important.

Le corps magnétique soumis à l'action de l'aimant se dresse à la surface dans le sens du flux, et il oscille; il se soulève, entraînant à sa suite une gaine de liquide. Mais le peu d'épaisseur de liquide et sa fluidité parfaite n'opposent qu'une résistance à peu près nulle à l'action magnétique.

Sous une épaisseur de 20 millimètres, le résultat est presque semblable. Signalons une diminution de la distance d'attraction des n^{os} 2 (1 cm.), 7 (1 cm.), 12 (5 m/m.), 15 (1 cm.), 17 (5 m/m.) et 19 (5 m/m.).

RÉSULTATS OBTENUS DANS LE SÉRUM GÉLATINÉ

Ici, nous remarquons une diminution générale de la distance d'attraction; les uns, n^{os} 1, 9, 10, 11, doivent être rapprochés d'un centimètre; d'autres, comme les n^{os} 2 et 14, diminuent respectivement de 3 cm. et 1 cm. 5. Nous remarquons, d'autre part, que certains, tels que l'acier cylindre, par exemple, sont attirés de plus loin; cet acier cylindre (n^o 19) voit sa distance d'attraction passer de 11 cm. à 14 cm. 5. D'autres, comme le n^o 16, augmentent de moins, 5 m/m.

Cette constatation, malgré le degré de fluidité moins grand du sérum gélatiné, pourrait au premier abord étonner. Mais nous devons faire ici intervenir une remarque faite au cours de nos expériences, une constatation d'un fait auquel il nous était impossible de remédier. Certains de nos échantillons métalliques, après un nombre forcément assez répété d'expériences, se sont trouvés légèrement aimantés. On comprendra que leur plus grande distance d'attraction, dans des milieux moins favorables, mais expérimentés en dernier lieu, doive être attribuée à cette aimantation.

Si nous examinons les mêmes corps sous une épaisseur de 20 millimètres de sérum gélatiné, nous voyons s'accroître la tendance de l'attraction à diminuer. Certains

II. — Résultats obtenus dans le sérum artificiel

[(Hauteur du liquide = 5 m/m)]

N ^o	DÉSIGNATION	AU MILIEU	TOUCHANT LA PAROI
1	Fonte Thomas, blanche	9	7
2	Fonte Thomas, grise	13	11
3	Fonte Spiegel 10-12 %	6	6
4	Ferro-manganèse 80 %		
5	Ferro-silicium 10 %	8	7,5
6	Ferro-silicium 50 %		
7	Acier doux	11	8
8	Acier dur	10,5	8
9	Fer fondu non désoxydé	9	8
10	Fonte de moulage	13	12
11	Fonte	15	14
12	Fonte	11	11
13	Fonte	12,5	12
14	Acier	13,5	10
15	Acier	15	14
16	Acier	10	9
17	Acier	11,5	11
18	Déchets de laminoirs	10	9
19	Acier cylindre	11,5	11,5
20	Crassier de lingots	8	7

NOTA. — Les distances d'attraction sont indiquées en centimètres.

III. — Résultats obtenus dans le sérum artificiel

(Hauteur du liquide = 20 m/m)

N ^{os}	DÉSIGNATION	AU MILIEU	TOUCHANT LA PAROI
1	Fonte Thomas, blanche	9	8
2	Fonte Thomas, grise	12	11
3	Fonte Spiegel 10-12 %	6	6
4	Ferro-manganèse 80 %		
5	Ferro-silicium 10 %	8	7,5
6	Ferro-silicium 50 %		
7	Acier doux	10	8
8	Acier dur	10,5	8
9	Fer fondu non désoxydé	9	8
10	Fonte de moulage	13	11
11	Fonte	15	14
12	Fonte	11	11
13	Fonte	12	12
14	Acier	13,5	11,5
15	Acier	14	14
16	Acier	10	9
17	Acier	11	11
18	Déchets de laminoirs	10,5	8,5
19	Acier cylindre	11	11
20	Crassier de lingots	8	7

NOTA. — Les distances d'attraction sont indiquées en centimètres.

IV. — Résultats obtenus dans le sérum gélatiné

(Hauteur du liquide = 5 m/m)

N ^{os}	DÉSIGNATION	AU MILIEU	TOUCHANT LA PAROI
1	Fonte Thomas, blanche	8	7,8
2	Fonte Thomas, grise	9	8,5
3	Fonte Spiegel 10-12 %	7	6,5
4	Ferro-manganèse 80 %		
5	Ferro-silicium 10 %	8	7,5
6	Ferro-silicium 50 %		
7	Acier doux	9	8,5
8	Acier dur	10,5	10,5
9	Fer fondu non désoxydé	8	7,8
10	Fonte de moulage	12	11
11	Fonte	14	13,5
12	Fonte	11	10,5
13	Fonte	10	10
14	Acier	12	11
15	Acier	12,5	12
16	Acier	10,5	10,5
17	Acier	12,5	11,5
18	Déchets de laminoirs	9,5	9
19	Acier cylindre	14,5	14,5
20	Crassier de lingots	7	6,5

Nota. — Les distances d'attraction sont indiquées en centimètres.

V. — Résultats obtenus dans le sérum gélatiné

(Hauteur du liquide = 20 m/m)

N ^{os}	DÉSIGNATION	AU MILIEU	TOUCHANT LA PAROI
1	Fonte Thomas, blanche	6	5
2	Fonte Thomas, grise	9	9
3	Fonte Spiegel 10-12%	5	4
4	Ferro-manganèse 80%		
5	Ferro-silicium 10%	8	8
6	Ferro-silicium 50%		
7	Acier doux	8,5	7,5
8	Acier dur	7	6,5
9	Fer fondu non désoxydé	8	7,5
10	Fonte de moulage	10	10
11	Fonte	13	9
12	Fonte	9	8
13	Fonte	8	5
14	Acier	12	10
15	Acier	10	10,5
16	Acier	9	6
17	Acier	11	7,5
18	Déchets de laminoirs	9	9
19	Acier cylindre	14,5	14,5
20	Crassier de lingots	4	3,5

NOTA. — Les distances d'attraction sont indiquées en centimètres.

fragments, comme le n° 1, le n° 5, le n° 10, perdent deux centimètres; le n° 7 passe de 9 cm. à 8 cm. 5; le n° 8, de 10,5 à 7; le n° 11, de 14 à 13; le n° 12, de 11 à 9, etc.; le n° 20 perd trois centimètres.

RÉSULTATS OBTENUS DANS L'HUILE

Examinons maintenant l'action de l'aimant sur les corps métalliques placés sous 5 millimètres d'huile. En général, cette action se manifeste à des distances supérieures à celles que nous avons trouvées pour l'attraction sous 20 millimètres de sérum gélatiné. Et bien que le sérum gélatiné soit plus fluide, oppose moins de résistance que l'huile à l'extraction des corps métalliques, on comprendra facilement que la différence de hauteur du liquide dans les deux cas, 20 millimètres de sérum gélatiné et 5 millimètres d'huile, explique une plus grande distance d'attraction dans le second cas. Mais ce fait ne va pas tarder à disparaître, lorsque nous aurons placé nos échantillons sous 20 millimètres d'huile, hauteur suffisante pour que le corps métallique y baigne en entier; à ce niveau, nous pouvons, en nous rapportant au tableau V, constater une diminution générale dans la distance à laquelle l'aimant agit efficacement. Pour quelques-uns, cependant, comme les n°s 15 et 19, le phénomène que nous avons signalé précédemment de leur aimantation par influence, continue à se manifester : ils sont attirés maintenant à 16 et 15 centimètres.

Les n°s 14, 17, 18, 11, 16, 17, par contre, perdent en moyenne deux centimètres,

VI. — Résultats obtenus dans l'huile

(Hauteur du liquide = 5 m/m)

N ^{os}	DÉSIGNATION	AU MILIEU	TOUCHANT LA PAROI
1	Fonte Thomas, blanche	8,5	7,5
2	Fonte Thomas, grise	9,5	8,5
3	Fonte Spiegel 10-12 %	9	7
4	Ferro-manganèse 80 %		
5	Ferro-silicium 10 %	9	9
6	Ferro-silicium 50 %		
7	Acier doux	9,5	9
8	Acier dur	12,5	10
9	Fer fondu non désoxydé	8	7
10	Fonte de moulage	12	11,5
11	Fonte	14	13,5
12	Fonte	10,5	7,5
13	Fonte	11,5	11
14	Acier	10,5	9,5
15	Acier	14	12,5
16	Acier	13	11
17	Acier	12,5	9,5
18	Déchets de laminoirs	9	8
19	Acier cylindre	15	13,5
20	Crassier de lingots	5	5

NOTA. — Les distances d'attraction sont indiquées en centimètres.

VII. — Résultats obtenus dans l'huile

(Hauteur du liquide = 20 m/m)

Nos	DÉSIGNATION	AU MILIEU	TOUCHANT LA PAROI
1	Fonte Thomas, blanche	9	8,5
2	Fonte Thomas, grise	8,5	8
3	Fonte Spiegel 10-12 %	8	7
4	Ferro-manganèse 80 %		
5	Ferro-silicium 10 %	7	7
6	Ferro-silicium 50 %		
7	Acier doux.	7,5	7,5
8	Acier dur	7,5	7
9	Fer fondu non désoxydé.	7,5	7,5
10	Fonte de moulage.	12	7,5
11	Fonte	11	10
12	Fonte	8	7
13	Fonte	10,5	10
14	Acier	9,5	9,5
15	Acier	16	12
16	Acier	8	8
17	Acier	8	8
18	Déchets de laminoirs	7,5	7
19	Acier cylindre	15	15
20	Crassier de lingots	4	4

NOTA. — Les distances d'attraction sont indiquées en centimètres.

CONCLUSIONS

1° Nous constatons tout d'abord que les corps magnétiques se redressent suivant leur plus grand axe dans la direction du flux magnétique. Et, comme nous l'avons fait remarquer, on devra se souvenir de ce fait lorsque l'on procédera à l'extraction d'un corps magnétique intra-oculaire;

2° Certains métaux employés couramment aujourd'hui dans l'industrie et classés parmi les aciers, sont, contrairement à l'opinion générale, dépourvus de toute perméabilité magnétique. On conçoit l'importance de ce fait si l'on songe que, mis en présence d'un accident ayant amené un fragment de ces aciers dans l'œil d'un ouvrier, le praticien, en constatant l'impuissance absolue de l'électro-aimant, pourra être poussé à croire à l'absence de corps étrangers dans l'œil du blessé, ce qui peut, par la suite, amener des désordres graves dans l'organe atteint, désordres qui eussent été évités si l'on s'était rappelé l'existence d' « aciers » non magnétiques; dans ce cas, la radiographie, par exemple, pourrait être tentée pour fixer le diagnostic;

3° Les mêmes corps métalliques placés non plus à sec, mais sous des épaisseurs variables de liquides, subissent un retard dans l'attraction; ce retard, nullement à négliger, est même pour certains assez considérable. Ce phénomène d'arrêt peut s'expliquer par la tension superficielle du liquide, qui a été comparée à une membrane caoutchoutée; de plus, nous devons faire intervenir le plus ou moins grand degré de fluidité de viscosité des liquides. Ce fait a, lui aussi, son importance. Un corps magnétique déjà faiblement influencé par l'aimant, comme le n° 20 de notre tableau, par exemple, subira un retard plus grand encore s'il est extrait du corps vitré; et si son introduction dans l'œil a occasionné une hémorrhagie assez abondante, ou même la production de pus, la résistance de ce milieu pourra même être assez grande pour s'opposer à l'extraction.

Rappelons que la composition d'un acier ou d'un acier spécial « ferro », peut le rendre peu ou pas magnétique, et que sous l'électro-aimant l'attraction se fait ainsi avec une énergie et à une distance très variables.

VU :

Nancy, le 7 Février 1912.

Le Président de la Thèse :

ROHMER.

VU :

Nancy, le 8 Février 1912.

Le Doyen :

GROSS.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER,

Nancy, le 8 Février 1912.

Le Recteur de l'Académie :

CH. ADAM.

Correspondant de l'Institut.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- ARMAIGNAC. — Corps étrangers intra-oculaires. *Annales d'oculistique*, T. CXIV, page 462.
- BÉAL. — Les corps étrangers magnétiques intra-oculaires et leur extraction. Thèse de Paris, 1908.
- CERVERA-TORREZ. — Corps étrangers de l'œil. *Archives d'ophtalmologie*, août 1896.
- DEHNIG. — Corps étrangers de la chambre antérieure. *Annales d'oculistique*, T. CXVI, page 140.
- GIRAudeau (R.). — Etude sur les corps étrangers de l'œil. Corps métalliques en particulier. Thèse de Paris, 1906-1907, n° 216.
- NICATI. — Extraction des corps étrangers de la profondeur de l'œil par l'électro-aimant. *Marseille médical*, 1897, T. XXXIV, page 175.
- FERNET. — *Traité de physique* (13^e édition).
- GAVARRET. — *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*. Article : MAGNÉTISME.
- ROHMER. — *Encyclopédie française d'ophtalmologie* : Affections générales du globe oculaire ; corps étrangers, T. IV, pages 705 à 805.
- Extraction des corps étrangers magnétiques du segment postérieur de l'œil à l'aide de l'électro-aimant. *Annales d'oculistique*, 1896. T. CXV, page 161.
- *Eléments d'ophtalmologie*, pages 122 à 129.

ROLLET. — De l'extraction des corps magnétiques intra-oculaires à l'aide de l'électro-aimant. Aciers et ferros peu ou pas magnétiques. *Revue générale d'ophtalmologie*, octobre 1910.

VOLKMANN (W.). — Neue Augenmagnete. *Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde* (janvier 1901, février 1902).

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
INTRODUCTION	3
Division de ce travail	7
Description de l'électro-aimant de Volkmann ; dispositif employé pour l'expérimentation	8
Etude des différents liquides employés pour les expé- riences	11
Etude analytique des échantillons métalliques employés pour les Expériences	13
Résultats des Expériences	17
CONCLUSION	31
INDEX BIBLIOGRAPHIQUE	33
